

METHOD FOR PRODUCING HIGH STRENGTH BOLT EXCELLENT IN DELAYED FRACTURE RESISTANCE AND RELAXATION RESISTANT CHARACTERISTIC

Publication number: JP2001348618

Publication date: 2001-12-18

Inventor: KOIKE SEIICHI; TAKASHIMA MITSUO; TSUKIYAMA KATSUHIRO; NAMIMURA YUICHI; IBARAKI NOBUHIKO

Applicant: HONDA MOTOR CO LTD; SAGA TEKKOHSO CO LTD; KOBE STEEL LTD

Classification:

- international: **F16B31/02; C21D1/26; C21D8/06; C21D9/00; C22C38/00; C22C38/04; C22C38/06; C22C38/30; F16B35/00; C21D8/06; F16B31/00; C21D1/26; C21D8/06; C21D9/00; C22C38/00; C22C38/04; C22C38/06; C22C38/30; F16B35/00; C21D8/06; (IPC1-7): C21D8/06; C22C38/00; C22C38/04; C22C38/30; C21D9/00; C21D1/26; F16B31/02; F16B35/00**

- european: C21D9/00U; C22C38/00B; C22C38/04; C22C38/06

Application number: JP20010083281 20010322

Priority number(s): JP20010083281 20010322; JP20000107006 20000407

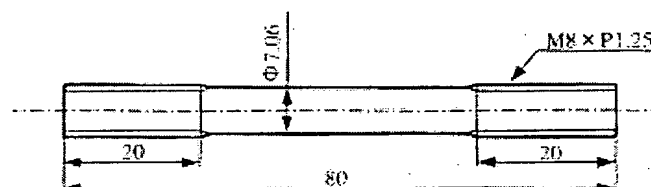
Also published as:

EP1273670 (A1)
WO0179567 (A1)
US6605166 (B2)
US2002179207 (A1)
CA2376845 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001348618

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a useful method for producing a high strength bolt excellent in both of a delayed fracture resistance and a relaxation resistant characteristic, although this bolt has such high strength level as $\geq 1,200$ N/mm² tensile strength. **SOLUTION:** A steel material for bolt contains 0.50-1.0% C, $\leq 0.5\%$ Si, 0.2-1% Mn and restrains P and S to $\leq 0.03\%$, respectively, and after applying a deep drawing work to the steel material having <20% area ratio of the total of pro-eutectoid ferrite, pro-eutectoid cementite, bainite and martensite and the balance pearlite structure, a bluing treatment is applied in the temperature range of 100-400 deg.C to the one formed as the bolt-shape by cold-heading so as to have $\geq 1,200$ N/mm² tensile strength, and also, excellent delayed fracture resistance and relaxation resistant characteristic.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 公開特許公報 (A)		(11) 特許出願公開番号 特開2001-348618 (P2001-348618A)		(43) 公開日 平成13年12月18日 (2001.12.18)	
(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	チーゴード (参考)				
C 21 D 9/00		C 21 D 9/00	B				
1/25		1/25	K				
F 16 B 31/02		F 16 B 31/02	E				
35/00		35/00	J				
// C 21 D 8/06		C 21 D 8/06	A				
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に脱く							
(21) 出願番号	特開2001-83281 (P2001-83281)	(71) 出願人	000005328	本田技研工業株式会社			
(22) 出願日	平成13年3月22日 (2001.3.22)	(71) 出願人	392027254	東京都港区南青山二丁目1番1号			
(31) 優先権主張番号	特開2000-107006 (P2000-107006)	(71) 出願人	000001189	株式会社佐賀鉄工所			
(32) 優先日	平成12年4月7日 (2000.4.7)	(71) 出願人	000001189	佐賀県佐賀市神岡一丁目5番30号			
(33) 優先権主張国	日本 (JP)	(71) 出願人	000001189	株式会社神戸製鋼所			
		(74) 代理人	100057828	兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号			
		弁理士	小谷 悦司 (外1名)				
		最終頁に脱く					

(54) 【発明の名称】 耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性に優れた高強度ボルトの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 引張強さが1200N/mm²以上の高強度レベルでありながら、耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性のいずれにも優れた高強度ボルトを製造するための有用な方法を提供する。

【解決手段】 C: 0. 50~1. 0%, Si: 0. 5%以下およびMn: 0. 2~1%を含有すると共に、P: 0. 03%以下およびS: 0. 03%以下に夫々抑え、ベイナイトおよびマルテンサイトの合計面積率が20%未満、残部がパーライト組織である鋼材を強伸線加工した後、冷間圧延によりボルト形状にしたものを100~400℃の温度域でブルーイング処理を行って、1200N/mm²以上の引張強さを有すると共に、優れた耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性を有する鋼にする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C: 0. 50~1. 0% (質量%) の窒素、以下同じ)、Si: 0. 5%以下 (0%を含まない) およびMn: 0. 2~1%を含有すると共に、P: 0. 03%以下 (0%を含む) およびS: 0. 03%以下 (0%を含む) に夫々抑制した鋼材となり、初析フェライト、初析セメンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの合計面積率が20%未満、残部がパーライト組織である鋼材を強伸線加工した後、冷間圧延によりボルト形状にしたものを100~400℃の温度域でブルーイング処理を行って、1200N/mm²以上の引張強さを有すると共に、優れた耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性を有する鋼にすることを特徴とする耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性に優れた高強度ボルトの製造方法。

【請求項2】 前記鋼が、更にCr: 0. 5%以下 (0%を含まない) および/またはCo: 0. 5%以下 (0%を含まない) を含有するものである請求項1に記載の高強度ボルトの製造方法。

【請求項3】 前記鋼が、更にMo、VおよびNbよりなる群から選ばれる1種または2種以上: 合計で0. 3%以下 (0%を含まない) を含有するものである請求項1または2に記載の高強度ボルトの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】 【発明の属する技術分野】 本発明は、主に自動車用として使用される高強度ボルトを製造するための方法に関するものであり、特に引張強さ (強度) が1200N/mm²以上でありながら耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性に優れた高強度ボルトを製造するための有用な方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般の高強度ボルト用鋼には中炭素合金鋼 (SCM435、SCM440、SCr440等) が使用され、焼入れ・焼戻しによって必要な強度を確保する様にしている。しかしながら、自動車や各種産業機械用として使用される一般の高強度ボルトでは、引張強さが約1200N/mm²を超える領域になると、遅れ破壊が発生する危険があり、使用上の制約がある。

【0003】 遅れ破壊は、非腐食性環境下で起こるものと腐食性環境下で起こるものがあるが、その発生原因は種々の要因が複合からみあっていると書かれており、一概にその原因を特定することは困難である。上記の様な遅れ破壊性を左右する制御因子としては、焼戻し温度、組織、材料硬さ、結晶粒度、各種合金元素等の関与が一応認められているものの、遅れ破壊を防止する為の有効な手段が確立されている訳ではなく、試行錯誤的に種々の方法が提案されているに過ぎないのが実状である。

【0004】 耐遅れ破壊性を改善する為に、例えば特開

昭60-114551号、特開平2-267243号、同3-243745号等の技術が提案されている。これらの技術は、各種の主要な合金元素を調整することによって、引張強さが1400N/mm²以上でも耐遅れ破壊性が優れた高強度ボルト用鋼が開示されているが、遅れ破壊発生の危険が完全に解消されたという訳ではない、それらの適用範囲はごく限られた範囲に止まっている。

【0005】 とところで、高温で使用される締付用ボルトでは、使用中に耐力比が低くなり、締付力の低下を招く現象が生じる場合があり、こうした現象はリラクセーション (応力緩和) と呼ばれている。そして、特に焼入れ・焼戻し鋼ではなくベイナイト鋼やパーライト鋼などをボルトなどに利用したときには、こうした現象に対する特性 (リラクセーション特性) の低下が懸念される。こうした現象が生じるボルトが伸びてしまい、初期の締付力を確保できない恐れがあるので、例えば自動車エンジンなどに適用するボルトでは、リラクセーション特性にも優れている必要がある。しかしながら、これまでの高強度ボルトでは、こうしたリラクセーション特性についてはあまり考慮されていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこの様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、引張強さが1200N/mm²以上の高強度レベルでありながら、耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性のいずれにも優れた高強度ボルトを製造するための有用な方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成し得た本発明の方法とは、C: 0. 50~1. 0%、Si: 0. 5%以下 (0%を含まない) およびMn: 0. 2~1%を含有すると共に、P: 0. 03%以下 (0%を含む) およびS: 0. 03%以下 (0%を含む) に夫々抑え、初析フェライト、初析セメンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの合計面積率が20%未満、残部がパーライト組織である鋼材を強伸線加工した後、冷間圧延によりボルト形状にしたものを100~400℃の温度域でブルーイング処理を行って、1200N/mm²以上の引張強さを有すると共に、優れた耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性を有する鋼にする点に要旨を有するものである。

【0008】 また、本発明方法において用いる鋼には、必要によって (a) Cr: 0. 5%以下 (0%を含まない) および/またはCo: 0. 5%以下 (0%を含まない)、(b) Mo、VおよびNbよりなる群から選ばれる1種または2種以上: 合計で0. 3%以下 (0%を含まない)、等を含有させることも有効である。

【0009】

【発明の実施の形態】 本発明者らは、従来の高強度ボルト

は、ソルトバス、鉛、流動層等を利用して、加熱した材料をできるだけ速い冷却速度で急冷することが望ましい。均質なバーライト組織を得るには、500～650℃で恒温変態させることが必要である。この恒温変態温度の好ましい温度範囲は、550～600℃程度であり、最も好ましい恒温保持温度はT_T線図のパーライトノーズ付近である。

【0031】以下本発明を実施例によって更に詳細に説明するが、下記実施例は本発明を限定する性質のものではなく、前・後記の趣旨に倣して設計変更することは、いずれも本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【0032】

【実施例】実施例1

下記表1に示す化学組成成分を有する供試鋼を用い、線径：8～14mmφまで圧延終了温度が約930℃になる様に熱間圧延した後、平均冷却速度が4.2～12.4℃/秒（下記表2）の範囲となる様に衝風冷却した。その後、線径：7.06mmφまたは5.25mmφまで伸縮した（伸縮率：57～75%）。

【0033】

【表1】

供試鋼	化学組成(質量%)									
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	その他	
A	0.48	0.20	0.54	0.005	0.003	0.029	0.004	0.0007		
B	0.59	0.19	0.53	0.006	0.004	0.030	0.005	0.0007		
C	0.85	0.21	0.76	0.014	0.011	0.052	0.005	0.0006		
D	0.88	0.21	0.54	0.006	0.004	0.032	0.005	0.0006		
E	1.09	0.20	0.53	0.005	0.003	0.003	0.005	0.0007		
F	0.83	0.89	0.75	0.015	0.004	0.038	0.006	0.0006		
G	0.82	0.20	0.12	0.005	0.004	0.030	0.006	0.0024		
H	0.80	0.21	1.19	0.005	0.003	0.031	0.005	0.0005		
I	0.82	0.28	0.74	0.010	0.006	0.028	0.004	0.0007	Cr0.17	
J	0.84	0.21	0.49	0.007	0.003	0.031	0.006	0.0006	Cr0.32	
K	0.85	0.20	0.75	0.005	0.003	0.030	0.005	0.0007	Co0.49	
L	0.84	0.19	0.75	0.005	0.004	0.029	0.004	0.0007	Mo0.22	
M	0.83	0.20	0.75	0.005	0.003	0.028	0.004	0.0006	V0.21	
N	0.82	0.20	0.74	0.008	0.004	0.030	0.007	0.0007	Nb0.05	
O	0.34	0.19	0.70	0.018	0.009	0.033	0.003	0.0009	Cr0.95Mo0.18	

棒な組織をペイナイト組織とし、図3（図面代用顕微鏡組織写真）に示す棒な組織を初析セメント組織と判断した。これらの組織の傾向として、初析フェライトと初析セメントは、旧オーステナイト結晶粒界に沿って析出し、マルテンサイトは塊状に析出していた。【0036】また、上記組織を用いて、六角面付きポルトおよび六角フランジポルトを冷間圧延により作製し、そのとき加工されたポルト頭部の割れ発生状況について確認した。

【0037】各材料および組織の組織を平均冷却速度と共に下記表2に、遅れ破壊試験結果および割れ発生状況、伸縮率、および組織的特徴と共に下記表3に示す。ここで、遅れ破壊試験結果は、各10本試験を行ない、1本も破断しなかったものを普通遅れ破壊性良好として、10本中1本も破断したものを通遅れ破壊性不良とし、10本中1本も破断しなかったものを普通遅れ破壊性良好として表した。

【0038】これらの結果から明らかな様に、本発明の高強度ポルトでは冷間圧延によって割れが発生することなく、且つ遅れ破壊性に優れた六角面付きポルトおよび六角フランジポルトが得られていることが分かる。

【0039】

【表2】

供試鋼	試験 No.	初期強度 (N/mm ²)	平均冷却速度 (℃/秒)	初析フェライト 面積率(%)	初析セメント 面積率(%)	ペイナイト 面積率(%)	マルテンサイト 面積率(%)	パーライト 面積率(%)	備考
A	1	14.0	5.5	35	0	0	0	65	比較例
B	2	14.0	6.1	15	0	0	0	85	実施例
C	3	14.0	8.2	15	0	0	0	85	実施例
D	4	11.0	8.8	10	0	0	0	90	実施例
E	5	8.0	12.5	10	0	0	0	90	実施例
F	6	11.0	8.5	0	10	0	0	90	実施例
G	7	11.0	8.6	0	35	0	0	65	比較例
H	8	8.0	10.5	10	0	0	0	90	比較例
I	9	11.0	8.5	10	0	0	0	90	比較例
J	10	11.0	8.6	0	0	10	26	65	比較例
K	11	10.5	8.5	10	0	0	0	90	実施例
L	12	8.0	10.5	10	0	0	0	90	実施例
M	13	11.0	8.6	0	5	0	0	95	実施例
N	14	11.0	8.5	5	0	0	0	95	実施例
O	15	11.0	8.5	6	0	0	0	96	実施例
P	16	11.0	8.5	10	0	0	0	90	比較例
Q	17	11.0	8.5	10	0	0	0	90	比較例
R	18	11.0	880℃×30分→OQ、400℃×90分→WQ	100%変質したマルテンサイト組織	—	—	—	—	比較例

【0040】

試験 No.	初期線径 (mm)	初期強度 (N/mm ²)	最終線径 (mm)	最終強度 (N/mm ²)	伸縮率 (%)	伸長性	遅れ破壊性	ポルト頭部の冷間圧延 六角面	六角フランジ	備考
1	14.0	688	7.06	1124	75	強度不足	—	—	比較例	
2	14.0	821	7.06	1245	75	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
3	14.0	1072	7.06	1654	75	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
4	11.0	1163	7.06	1533	59	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
5	8.0	1261	5.25	1375	67	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
6	11.0	1227	7.06	1663	59	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
7	11.0	1686	7.06	断線で伸縮できず	断線	—	—	—	比較例	
8	8.0	1343	5.25	1687	67	良好	○	良好発生	良好発生	比較例
9	11.0	1052	7.06	断線で伸縮できず	断線	—	—	—	比較例	
10	11.0	1387	7.06	断線で伸縮できず	断線	—	—	—	比較例	
11	10.5	1153	5.25	1694	75	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
12	8.0	1201	5.25	1550	57	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
13	11.0	1255	7.06	1674	59	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
14	11.0	1230	7.06	1653	59	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
15	11.0	1152	7.06	1627	69	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
16	11.0	1148	7.06	1519	59	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
17	11.0	1145	7.06	1512	59	良好	○	良好なし	良好なし	実施例
18	11.0	—	7.06	1318	—	×	—	—	比較例	

【0041】実施例2
前記表1に示した供試鋼Cと1を用い、線径：8mmφまたは10.5mmφまで熱間圧延した後、パテンティンク処理（加熱温度：940℃、恒温変態：510～610℃×4分）した。その後、線径：7.06mmφまたは5.25mmφまで伸縮した（伸縮率：55～75%）。

【0042】得られた各種組織を用い、前記図1に示したM8×P1.25（線径：7.06mmφの鋼線から）またはM6×P1.0（線径：5.25mmφの鋼線から）のスタッドポルトを作製し、遅れ破壊試験を実施例1と同様にして行った。

【0043】

【表4】

【0043】また上記材料を用いて、六角面付きポルト

および六角フランジポルトを冷間圧延により作製し、そのとき加工されたポルト頭部の割れ発生状況を確認した。

【0044】各材料の組織を恒温変態温度と共に下記表4に、遅れ破壊試験結果および割れ発生状況を、伸縮率および組織的特徴と共に下記表5に示す。これらの結果から明らかな様に、本発明の方法では冷間圧延によって割れが発生することなく、且つ遅れ破壊性に優れた六角面付きポルトおよび六角フランジポルトが得られていることが分かる。

【0045】

【表4】

【0045】また上記材料を用いて、六角面付きポルト

試験 供試鋼	試験 No.	初期強度 (N/mm ²)	恒温保持温度 (℃)	初期引張り 変形率(%)	引張り 変形率(%)	引張り 変形率(%)	引張り 変形率(%)	備考
C	19	8.0	510	5	0	0	95	実施例
I	20	10.5	610	5	0	0	95	実施例
I	21	10.5	610	5	0	0	95	実施例
I	22	8.0	525	5	0	0	95	実施例

【0046】 (表5)

試験 No.	初期強度 (N/mm ²)	最終強度 (N/mm ²)	伸張率 (%)	伸張性	引張強度 (N/mm ²)	引張変形率 (%)	引張変形率 (%)	備考
19	8.0	1275	6.25	良好	○	良好	良好	実施例
20	10.5	1145	7.06	良好	○	良好	良好	実施例
21	10.5	1145	5.25	良好	○	良好	良好	実施例
22	8.0	1292	6.25	良好	○	良好	良好	実施例

【0047】 実施例3

前記表3、表5に示した試験No. 11、12、19、22の鋼線（線径：5.25φまで伸張した鋼線）を用いて、リラクセーション試験を行った。このときリラクセーション試験は、PC鋼線のJIS G3538に準じて行った。但し、試験温度は常温ではなく、高温で行った。

【0048】上記の鋼線を使用し、鋼線ままあるいはその後ブルーイングを行った鋼線を用い、それぞれの0.2%永久伸びに対する荷重を測定した。そして試験片を適当な間隔でつかみ、0.2%永久伸びに対する荷重の0.2%永久伸び（引張強度）を算出した。その結果、鋼線の引張強度は、鋼線ままおよびブルーイング処理したものとは、引張強度および0.2%永久伸びが上昇するともに、リラクセーション応力が高い状態で維持できると分かる。

【0050】

【表6】

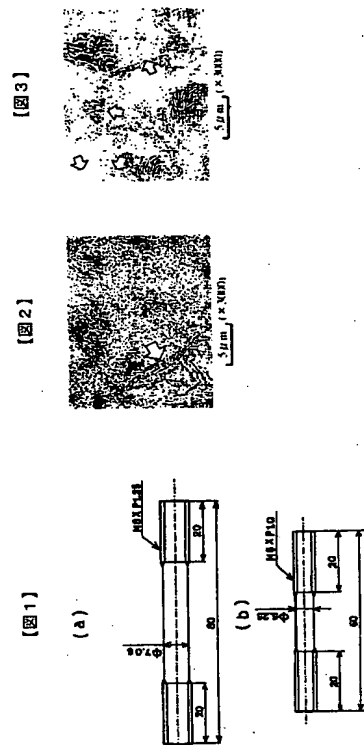
試験 No.	工程	引張強度 (N/mm ²)	0.2%永久伸び (N/mm ²)	引張変形率 (N/mm ²)	引張変形率 (N/mm ²)	備考
11	伸張まま	1694	1264	1011	911	比較例
11A	伸張後200℃ブルーイング後	1798	1781	1409	1195	実施例
11B	伸張後300℃ブルーイング後	1782	1631	1305	1185	実施例
12	伸張まま	1550	1201	961	868	比較例
12A	伸張後200℃ブルーイング後	1673	1642	1314	1158	実施例
12B	伸張後300℃ブルーイング後	1684	1618	1294	1184	実施例
19	伸張まま	1645	1250	1000	901	比較例
19A	伸張後200℃ブルーイング後	1770	1681	1345	1177	実施例
19B	伸張後300℃ブルーイング後	1760	1671	1337	1166	実施例
22	伸張まま	1622	1246	997	898	比較例
22A	伸張後200℃ブルーイング後	1738	1656	1325	1159	実施例
22B	伸張後300℃ブルーイング後	1726	1547	1238	1105	実施例

【0051】

【発明の効果】本発明は以上の様に構成されており、引張強さが1200N/mm²以上の高強度レベルでありながら、耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性のいずれにも優れた高強度ポルトが製造できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例において選り破断試験に供したポルトの形状を示す概略説明図である。
【図2】ペイナイト組織を示す図面代用顕微鏡写真である。
【図3】切析メタ組織を示す図面代用顕微鏡写真である。



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	F 1	7-23-1 (参考)
C 22 C	C 22 C	30 1 Z
38/00	38/00	
38/04	38/04	
38/30	38/30	
(72) 発明者	小池 耕一	岡山 勝浩
	増玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社	神奈川県横浜市川名一丁目15番1号 株式会社
	社本田技術研究所内	会社佐賀鐵工所内
(72) 発明者	高島 光男	並村 裕一
	増玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社	神戸市灘区瀬浜東町2番地 株式会社神戸製鋼所神戸製鉄所内
	社本田技術研究所内	製鋼所神戸製鉄所内
(72) 発明者		茨木 信彦
		神戸市灘区瀬浜東町2番地 株式会社神戸製鋼所神戸製鉄所内